

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA
LABORATÓRIO DE BIODIVERSIDADE MARINHA

RICARDO FILIPE RIFFEL

Palythoa caribaeorum e *Bunodosoma*
caissarum (CNIDARIA: ANTHOZOA): UM CASO DE
COMPETIÇÃO POR SUBSTRATO EM COSTÕES
ROCHOSOS NO ATLÂNTICO SUL

FLORIANÓPOLIS

2013

RICARDO FILIPE RIFFEL

Palythoa caribaeorum e *Bunodosoma*
caissarum (CNIDARIA: ANTHOZOA): UM CASO DE
COMPETIÇÃO POR SUBSTRATO EM COSTÕES
ROCHOSOS NO ATLÂNTICO SUL?

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Graduação em Ciências
Biológicas da Universidade
Federal de Santa Catarina como
requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharel e Licenciado
em Ciências Biológicas, área de
concentração: Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Alberto
Lindner.

FLORIANÓPOLIS

2013

**Dedico esse trabalho à meus pais
pelo exemplo de vida e amor
incondicional dedicado à seus
filhos.**

**Às minhas irmãs Rafaela e Carla
por todos os momentos vividos e
à minha namorada Mayara por
tornar tudo mais alegre.**

Vocês são insubstituíveis.

Amo muito vocês!

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alberto Lindner, meu orientador, pelo carinho, amizade, compreensão, valorosas observações e pela oportunidade do desenvolvimento deste trabalho em seu laboratório. Foram de grande valia todos os conhecimentos transmitidos!

À toda equipe do Laboratório de Biodiversidade Marinha pelo auxílio nas mais diversas etapas no desenvolvimento deste trabalho e de tantos outros, sempre muito solícitos e gentis. Meus sinceros agradecimentos por todas as ajudas, risadas e por ouvirem sempre minhas angústias. Admiro muito o trabalho de todos vocês!

Agradeço especialmente à minha banca: Prof. Dr. Sérgio Ricardo Floeter, Dr. João Luís F. Carraro e ao Biólogo Edson Faria Júnior, por todas as dicas que me foram passadas desde o projeto deste trabalho e também as modificações necessárias.

À todos os professores e funcionários da Universidade Federal de Santa Catarina que ao longo da graduação colaboraram significativamente para a minha formação profissional e pessoal, meus sinceros agradecimentos e admiração!

Ao Prof. Dr. Nivaldo Peroni, por toda dedicação e empenho, além do aprendizado obtido ao longo do meu trabalho PIBIC, o que com certeza mudou bastante meu perfil de aluno e que foi de fundamental importância no meu processo de formação como pesquisador.

À Jonathan Wanderley Lawley, por fotografar e fornecer todas as fotografias utilizadas neste trabalho.

Trabalho apoiado pelo Projeto Biodiversidade Marinha do Estado de Santa Catarina (FAPESC 4302/2010-8).

Em especial...

Aos meus pais, Roque Riffel e Dearlete Marta Riffel, por sempre me apoiar em minhas escolhas, mesmo quando não concordavam com elas e sabiam que não era a melhor dentre as possíveis. Pelo amor incondicional, por terem feito o possível para nunca me deixar nada faltando, por me deixarem como maior herança a minha educação, meus valores e princípios. Por terem me passado as direções certas a seguir ao longo de minha vida através de exemplos e por terem me demonstrado, através do amor que um sente pelo outro, que este é o maior bem de todos e com certeza não tem fim. A vocês, meus exemplos de perseverança, integridade e sucesso, meu eterno agradecimento, amor e orgulho.

À minha namorada, Mayara Anselmi, não há palavras para descrever todo meu amor por ti e gratidão por tudo o que compartilhamos ao longo destes mais de 4 anos. Muito de toda a minha felicidade e alegria de viver vêm de ti. Obrigado por estar comigo ao longo de todo o curso e compartilhar não somente as horas de estudo, mas também os sonhos e os momentos marcantes. Obrigado por ser tão perfeita e por ter entrado em minha vida.

Às minhas irmãs, Rafaela e Carla, pelo amor e companhia em todos os momentos desde a infância que me fizeram refletir e melhorar como pessoa. Me orgulho muito de vocês e espero conseguir ser tão especial como vocês são.

À minha oma e meu opa, e minha avó, por me ajudarem a crescer, contarem suas histórias magníficas e me fazerem dar boas

risadas, tenho certeza que vocês estarão sempre do meu lado, não importa onde.

À família Anselmi, que vejo tão pouco mas tenho apreço tão grande, pela confiança depositada em mim, por todo carinho, simpatia e por serem sogros tão maravilhosos.

Aos meus amigos e amigas do curso, que compartilharam comigo as expectativas e angústias durante toda a graduação. Obrigada pelas parcerias, ajuda, trabalhos em grupo, matérias que passamos não sei como, festas e histórias que marcarão com muitas saudades esse tempo e com certeza criamos laços que ultrapassam a barreira da universidade.

À todos os meus parceiros de campo, que não foram poucos, ao longo destes dois anos e meio de saídas a Bombinhas, sempre com muitas histórias que tornavam a viagem de duas horas mais divertida.

Ao meu grande parceiro Jonathan, sem o qual não teria terminado este trabalho, por ir tantas vezes comigo ao campo, por me ensinar várias coisas e me ajudar a refletir sobre tantas outras em meu projeto. Por se preocupar tanto com meu trabalho como se fosse seu. Muito obrigado por tudo, este trabalho tem enorme contribuição sua.

À todos os outros parceiros do laboratório, que além de todas as conversas valiosas e *papers* indicados que acrescentaram muito ao meu trabalho me ajudaram em muito mais. À Flora por fazer campos no inverno e me ajudar com a estatística, além de sempre me questionar o objetivo de cada passo do meu trabalho, ao Edson pela ajuda com o

photoQuad, à Débora pelo campo que durou quase 6 horas e ao João pelas dicas valiosas sobre o meu desenho amostral.

*“And that’s about the time she walked away from me
Nobody likes you when you’re 23
And you still act like you’re in freshman year
What the hell is wrong with me?
My friends say I should act my age*

What’s my age again?

*No one should take themselves so seriously
With many years ahead to fall in line
Why would you wish that on me?
I never want to act my age
What’s my age again?*

What’s my age again?”

What’s my age again? – Blink 182

RESUMO

Costões rochosos são ambientes que apresentam alta diversidade biológica e pouco substrato para que ocorra a fixação de organismos sésseis. Estas características acabam fazendo dos costões rochosos um ambiente bastante competitivo. Uma forma de competição que ocorre em costões rochosos é a competição por substrato em organismos bentônicos sésseis, sendo que muitos destes organismos apresentam defesas químicas buscando excluir os competidores. Estas defesas tendem a ser mais agressivas quanto mais severas forem as condições impostas pelo ambiente. Neste estudo foram monitoradas 14 colônias de *Palythoa caribaeorum*, onde ocorre a interação desta espécie com a anêmona *Bunodosoma caissarum*, durante um período de 30 meses na praia da Sepultura, Bombinhas/SC. Nesta interação, aparentemente a anêmona está causando necrose nos pólipos do zoantídeo e obtendo vantagem competitiva. Durante o período amostrado, nenhuma colônia de zoantídeo pareceu remover a anêmona e vice-versa, sendo que poucas mudanças ocorreram. Outras espécies sésseis tentaram colonizar regiões próximas a estes cnidários, porém poucos obtiveram sucesso. Foi mensurada a taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum* com base no crescimento radial de uma colônia durante 30 meses. As taxas de crescimento encontradas estão abaixo da proposta na literatura para regiões tropicais. Foi feita a análise de distribuição de *P. caribaeorum* ao longo do costão rochoso da praia da Sepultura através 10 de transecções de 20 metros. Dentro destas transecções foram fotografadas dez quadrados de 30x30 cm, distanciados dois metros entre si. Posteriormente, a análise de dados demonstrou diferenças na porcentagem de cobertura de *P. caribaeorum* variando de 6,85 a 59,06%. Houve correlação entre a porcentagem de cobertura de *P. caribaeorum* e o número de interações *Palythoa caribaeorum* x *Bunodosoma caissarum* ($R=0.656538$, $p\text{-value} = 0.039204$).

ABSTRACT

Rocky shores are high biological diversity environments and has little substrate to sessile organisms fixing. This feature end up doing rocky shores a very competitive environment. One way of competition with sessile benthic organisms on rocky shores is the substrate competition, and many of these competitors produce chemical defenses seeking to exclude competitors, the more severe are the conditions imposed by the environment the more aggressive are this chemical defenses. This study monitored 14 colonies where the interaction between the zoanthid *Palythoa caribaeorum* and the sea anemone *Bunodosoma caissarum* occurs over a period of 30 months from the Sepultura beach /SC. In this interaction apparently the anemone is causing necrosis in zoanthid polyps and obtaining competitive advantage. During the sampling period little changes had occurred and no colony of *Palythoa caribaeorum* appeared to remove the anemone and contrariwise. Other sessile species attempted to colonize the region near these cnidarians, but few has success. *Palythoa caribaeorum* growth rate was measured based on a radial growth of one observed colony, during 30 months. The growth rates found are below the proposed in the literature, probably because the poorly *Palythoa caribaeorum* adaptation to subtropical environments. The distribution of *Palythoa caribaeorum* along the seashore of Sepultura beach was measured by 10 transects of 20 meters. Within these transects ten squares of 30 x 30 cm were photographed, two meters apart each other. Later data analysis showed a *P. caribaeorum* coverage of the substrate ranging from 6,80% to 59,06% showing that this population is distributed outside the normal range. It was found correlation between the *P. caribaeorum* coverage and the number of occurrence of interactions between *Palythoa caribaeorum* and *Bunodosoma caissarum* ($R=0.656538$, $p\text{-value} = 0.039204$).

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1 Costões rochosos em Santa Catarina e Praia da Sepultura.....	18
2.2 Observações em campo.....	20
2.3 Quantificação da cobertura do substrato por <i>Palythoa</i> <i>caribaeorum</i> e <i>Bunodosoma caissarum</i>	22
2.4 Análises estatísticas dos dados de cobertura do substrato.....	22
2.5 Experimento de contato entre organismos em laboratório.....	23
2.6 Taxa de crescimento de <i>Palythoa caribaeorum</i>	23
RESULTADOS	24
DISCUSSÃO.....	50
CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

INTRODUÇÃO

Competição interespecífica é a interação entre indivíduos de diferentes espécies, devido à necessidade do compartilhamento de recursos cujo suprimento é limitado. Esta competição pode induzir à redução na sobrevivência, crescimento ou reprodução, como resultado da exploração de recursos ou interferência de indivíduos de outra espécie, levando a prejuízos em pelo menos um dos competidores (BEGON *et al.*, 2007). Este tipo de competição pode influenciar a dinâmica das espécies, influenciando em sua distribuição, assim como na evolução destas (BEGON *et al.*, 2007).

Costões rochosos estão entre os ambientes marinhos mais produtivos do planeta por possuírem grande biodiversidade, ser um local de grande produção de energia, além de abrigarem muitas espécies com importância econômica e ecológica (NYBAKKEN, 1997). Por ser um local de alta produtividade primária, sua diversidade tende a ser proporcionalmente igual a sua produção de energia, visto os efeitos diretos que a produtividade primária tende a efetuar nos índices de biodiversidade (WORM *et al.*, 2002). Este ambiente de grande diversidade aliada a espaços reduzidos para a fixação de organismos sésseis resulta em grande competição por espaço no substrato.

Organismos sésseis tendem a competir especialmente por espaço, sendo esta competição mais intensa em costões rochosos. Por tratar-se de regiões com disponibilidade de espaço limitada frente à diversidade de organismos vivendo diretamente associados ao substrato consolidado, costões rochosos tendem a ser ambientes com altamente seletivos (COUTINHO, 2002). Nestes ambientes existem três formas de um organismo se estabilizar no substrato: 1) através de invasão de áreas abertas, conhecido como colonização de espaço primário, onde o organismo habita uma área que não abrigava nenhum outro animal (este tipo de colonização não resulta em competição para fixação); 2) crescimento sobre vizinhos, caracterizada pela exclusão competitiva, sendo esta geralmente efetuada através de substâncias químicas utilizadas como forma de defesa e 3) invasão de áreas mortas, conhecido como colonização de espaço secundário, onde o indivíduo se estabelece logo após a morte natural de um organismo que anteriormente utilizava o local como substrato (CONNELL & KEOUGH, 1985).

Diversas estratégias são empregadas por animais marinhos em competições, podendo causar danos e agressões ao oponente através da

liberação de algum composto químico que irá inibir o competidor, sendo esta relação conhecida como alelopática (*e.g.*, RABELO, 2007 ; PARANHOS, 2011).

O grande enfoque da Ecologia Química Marinha têm se voltado para organismos sésseis, uma vez que a produção de metabólitos bioativos é o principal mecanismo de defesa desses indivíduos com pouca ou nenhuma locomoção. Há uma intrínseca relação entre a síntese de metabólitos bioativos e o ambiente em que os organismos se encontram (BARBOSA *et al.* 2007; BARRETO & MEYER 2006; KUBANEK *et al.* 2002), sendo os estudos sobre este assunto extremamente relevantes, no intuito de ampliar os conhecimentos sobre metabólitos secundários. O conhecimento acerca da Ecologia Química Marinha pode também gerar subsídios a várias aplicações, seja na área da farmacologia, ou mesmo em alternativas para anti-incrustantes, que aliariam eficácia e compatibilidade ambiental (PEREIRA, 2009).

A alelopátia é definida como uma ação lesiva, podendo o efeito ser direto ou indireto, que uma espécie causa sobre outra, através da produção e liberação no ambiente de substâncias químicas tóxicas para o competidor, mas não para os produtores. De maneira simplificada, representa uma ação química em interações competitivas entre indivíduos (PEREIRA, 2009). Estas competições, mediadas por compostos químicos, modificam intensamente a estrutura populacional e a organização dos organismos, não só dos competidores, mas também de todas as espécies que compartilham o mesmo hábitat. Isto gera alterações em todo o ecossistema; sendo o conhecimento destas formas de defesa essenciais para o conhecimento mais aprofundado dos modelos de estruturação da comunidade marinha (HAY, 2009). Dessa forma, devido à intensa competição por espaço em costões rochosos, os processos alelopáticos possuem função determinante na distribuição dos organismos em ambientes marinhos.

O contato entre indivíduos competidores pode gerar exclusão mútua devido às reações agressivas apresentadas pelos organismos que são capazes de interromper o crescimento do competidor e impedir a coexistência de ambos (CORNELL & KARLSON, 2000). Existem, inclusive, propostas de que o sucesso evolutivo de determinados grupos foi devido à produção de uma grande quantidade de metabólitos secundários que possuem propriedades defensivas (COOL *et al.* 1982; PAWLIK *et al.* 1987).

No Oceano Atlântico tropical, o zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Cnidária: Anthozoa: Zoanthidea) demonstra ser um bom competidor ao ocupar áreas abertas em menor tempo em relação a outros organismos sésseis. Sua taxa de crescimento também é relativamente alta ($11\text{cm}^2/\text{mês}$) quando comparada a outros zoantídeos, como *Zoanthus sociatus* ($10,6\text{ cm}^2/\text{mês}$) e *Protopalythoa variabilis* ($5,74\text{ cm}^2/\text{mês}$) (RABELO *et. al.*; 2013). Isso pode evidenciar sua capacidade de ocupação primária de áreas que originalmente não possuem nenhuma cobertura e também sua eficiência de regeneração em situações de estresse. A Ordem Zoanthidea é representada por espécies bastante agressivas, que costumam dominar o espaço em que se encontram, impedindo o crescimento de outras espécies competidoras e excluindo outras espécies quando o substrato já está sendo ocupado (BASTIDAS & BONE, 1996; KARLSON, 1980; KARLSON, 1988; RABELO, 2007; SUCHANEK & GREEN 1981). No Brasil, Paranhos (2011) descreveu a possível interação alelopática entre o zoantídeo *Zoanthus sociatus* e a anêmona do mar *Bunodosoma caissarum* (Cnidária: Anthozoa: Actiniaria), sendo que nesta interação a anêmona aparentemente leva vantagem sobre o competidor, causando necrose em *Zoanthus sociatus*.

As defesas químicas que um organismo é capaz de produzir variam drasticamente conforme sua posição geográfica e hábitat e podem variar inclusive dentro de uma mesma população por aspectos intrínsecos ao organismo (HAY, 1996). O stress a que o indivíduo está condicionado também varia a intensidade de suas defesas, sendo que geralmente organismos que estão submetidos a condições mais adversas tendem a apresentar defesas mais agressivas e a produzir maior quantidade destas. Ademais plantas tropicais e invertebrados bentônicos apresentam defesas mais fortes contra seus predadores de forma inversamente proporcional a sua latitude, ou seja, junto aos trópicos, onde a diversidade, predação e competição são maiores, os organismos passam a apresentar formas de defesa mais intensas (BOLSER & HAY, 1996).

Pesquisas ecológicas vêm tradicionalmente sendo desenvolvidas em curtos períodos de tempo, o que não possibilita abranger a sazonalidade e possíveis efeitos temporais no longo prazo, assim como atividades danosas que têm seus efeitos cumulativos, sendo estes perceptíveis apenas após longo período de tempo (CALLAHAN, 1984).

Esta forma de amostragem em pesquisas pode detectar eventos infrequentes e estes distúrbios incomuns podem ser percebidos como o

evento principal. Já pesquisas desenvolvidas em maiores períodos de tempo poderiam revelar este evento passageiro como sendo um evento episódico. Assim a amostragem feita durante vários anos ofereceria uma maior representatividade para as variáveis (TURNER *et. al.*, 2003). Para tal, podem ser utilizados, por exemplo, quadrados fixos, visto que para organismos sésseis como cnidários antozoários a movimentação é praticamente nula ao longo de meses e anos. Os modelos fixos podem fornecer resultados mais sólidos sobre as variações temporais, pois mantêm a análise sobre os mesmo indivíduos.

A taxa de crescimento de um organismo pode refletir a adaptação deste quanto ao seu hábitat, sendo que em locais com abundância de recursos e consequentemente ausência de competição, há um crescimento maior destes organismos (BEGON *et. al.*; 2007).

Dentre os organismos bentônicos encontram-se animais do filo Cnidaria, que compreende mais de 10.000 espécies, sendo que grande parte destas são encontradas em costões rochosos (BRUSCA & BRUSCA, 2007). A maior parte dos cnidários habita ambientes marinhos, ocorrendo em todos os oceanos em latitudes que variam desde os trópicos, onde são mais abundantes, até regiões polares, onde são mais escassos. A principal característica deste filo é a presença de células especializadas, conhecidas como cnidócitos, localizadas principalmente nos tentáculos, e que possuem diversas funções, dentre elas: captura e paralisação de presas, proteção contra predadores e auxílio no assentamento de larvas ao substrato. Frequentemente essas células armazenam substâncias tóxicas em organelas conhecidas como cnidas, que podem ser liberadas por estimulação direta (McCLINTOCK & BAKER, 2001). De acordo com sua funcionalidade e modo de ação, as cnidas são classificadas em *espirocistos* – promovem a aderência; *ptilocistos* – estritamente adesivos, exclusivos da Ordem Ceriantharia (Classe Anthozoa); e *nematocistos* – penetram no tecido da vítima, injetando toxina (BRUSCA & BRUSCA, 2007).

Dentre os cnidaria, Creed (2006) observou a necrose do coral escleractínio *Mussismilia hispida*, espécie nativa do Brasil, provocada por corais invasores do gênero *Tubastraea*. Já Lages (2003, 2006) reportou a espécie exótica *Stereonephthya* aff. *curvata* como sendo uma ameaça iminente à integridade biológica da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo, devido a suas toxinas causarem necrose no octocoral *Phyllogorgia dilatata*. Entretanto, no ambiente marinho há

ainda poucos estudos ecológicos em costões rochosos de regiões tropicais e subtropicais, onde o uso de defesas químicas por organismos pode levar espécies competidoras a sofrerem necrose. Sammarco *et. al.* (1985), em estudos dirigidos na Grande Barreira de Corais – Austrália, observaram a necrose de duas espécies de corais (*Porites andrewsi* e *Puvona cactus*) quando estas estavam em contato direto por apenas três semanas.

As duas espécies abordadas neste estudo, *Palythoa caribaeorum* (Figura 1A) e *Bunodosoma caissarum* (Figura 1B), também são conhecidas por produzirem toxinas. Organismos do gênero *Palythoa* produzem a toxina conhecida como palitoxina. Suas propriedades foram inicialmente descritas em 1971, sendo que seus efeitos neurológicos já eram tradicionalmente conhecidos por moradores do Hawaii (MOORE & SCHEUER, 1971). Esta toxina, uma das mais potentes já descritas, causa despolarização de membrana por perda de do íon Potássio (K^+) celular e aumento drástico da concentração intracelular do íon Sódio (Na^{2+}), afetando intensamente a transmissão do impulso nervoso. Há também registros de outros efeitos, menos comuns, como contrações musculares involuntárias, perda de neurotransmissores e hemólise de eritrócitos (SCHILING *et. al.*, 2006). A função e a natureza desta toxina ainda não é completamente compreendida (UEMARA *et. al.*, 2012), mas acredita-se que a principal função seja a defesa contra predadores naturais, competição por substrato e um anti-incrustante.

Já a caissarona é o composto tóxico produzido unicamente por *Bunodosoma caissarum*. Em ensaios controlados feitos em animais, esta toxina apresentou aumento da motilidade intestinal nos cobaias (SAWAYA & FREITAS, 1990). Extratos crus de indivíduos de *Bunodosoma caissarum* também foram responsáveis por causar ataques convulsivos em ratos (ŠUPUT, 2009).



Figura 1A - Colônia de *Palythoa caribaeorum* na praia da Sepultura – Bombinhas/SC.



Figura 1B – Indivíduos da espécie *Bunodosoma caissarum*, em substrato rochoso na praia da Sepultura – Bombinhas/SC.

Palythoa caribaeorum também possui interação simbiônica com zooxantelas, onde estas algas fornecem energia ao zoantídeo através de sua fotossíntese (ELOY, 2005). Devido a isto a radiação solar é um importante recurso que determina a vitalidade deste organismo.

Ambas as espécies estão classificadas na classe Anthozoa, que compreende as anêmonas do mar, os corais e as gorgônias, sendo uma classe exclusivamente marinha. Dentre os Anthozoa, organismos pertencentes à subclasse Hexacorallia (=Zoantharia) são geralmente coloniais, possuindo tentáculos simples e mesentérios que variam em múltiplos de seis. As anêmonas verdadeiras estão agrupadas na Ordem Actiniaria, são solitárias ou clonais, porém nunca coloniais, não apresentam esqueleto calcário e sua sustentação se dá através de um esqueleto hidrostático. A maior família desta ordem é Actiniidae, que compreende o gênero *Bunodosoma*. Já a ordem Zoanthidea abrange todos os zoantídeos, espécies geralmente coloniais, com pólipos que surgem de um tapete basal, sem esqueleto próprio. Podem apresentar zooxantelas abundantes em algumas espécies, e muitas destas são epizóicas. Nesta Ordem estão a família Zoanthidae e o gênero *Palythoa* (BRUSCA & BRUSCA, 2007).

Este trabalho investigou a interação entre *Bunodosoma caissarum* e *Palythoa caribaeorum* (Figura 1), uma das mais abundantes espécies de Cnidaria em águas rasas na costa brasileira, que apresentam evidência de necrose (Figura 2) na região de contato com a anêmona *Bunodosoma caissarum* (Figura 1B). Colônias de *P. caribaeorum* que estavam em interação com *B. caissarum* foram monitoradas durante 30 meses (entre abril de 2011 e outubro de 2013) buscando observar as alterações neste organismos em competição pelo substrato. Este é o primeiro registro de necrose para *Palythoa caribaeorum* em contato com *Bunodosoma caissarum*. Também foi quantificada a taxa de crescimento de *P. caribaeorum*, quando esta estava em competição por substrato com *B. caissarum*. Por fim foi avaliado também se existe relação causal entre uma maior concentração de indivíduos tanto da anêmona quanto do zoantídeo e a quantidade de interações competitivas entre ambos.

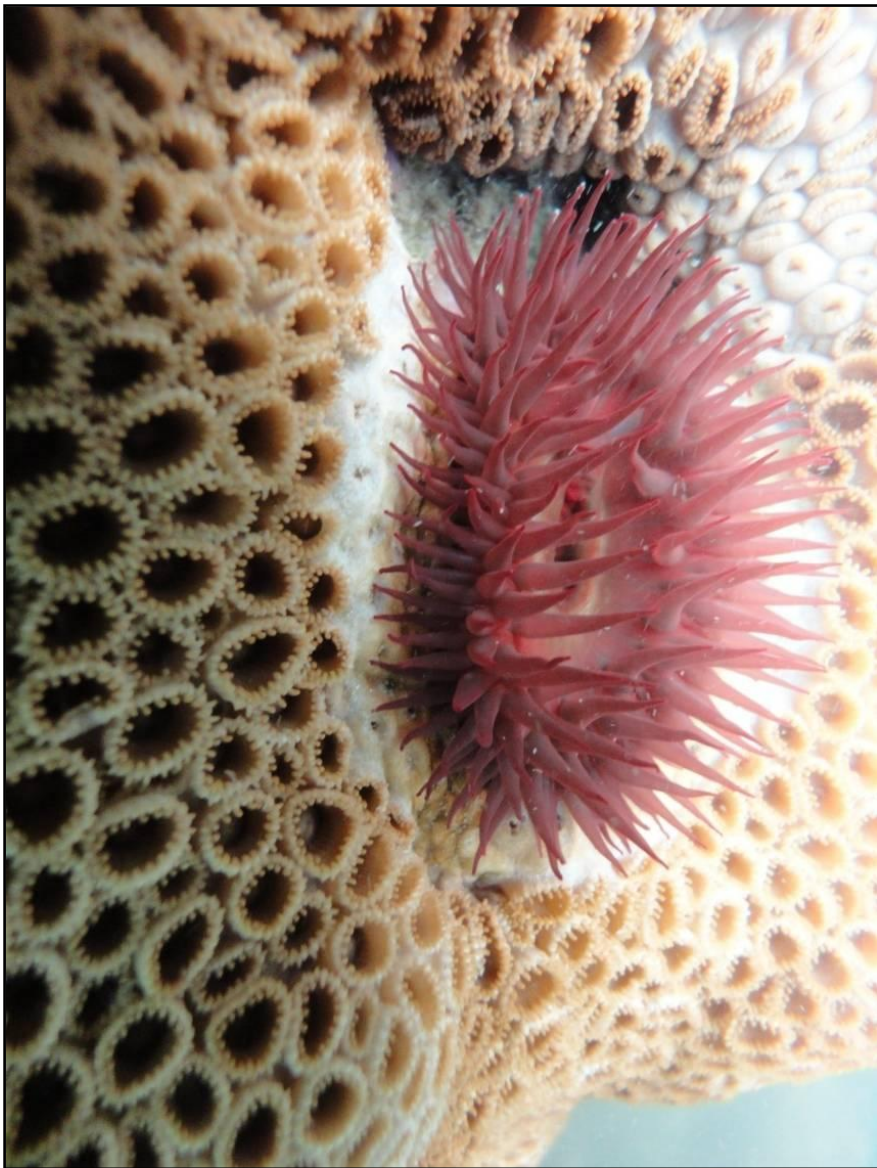


Figura 2 - *Bunodosoma caissarum* e contato com *Palythoa caribaeorum*. Importante observar a área de *Palythoa caribaeorum* necrosada na área em contato com a anêmona em Bombinhas/SC.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Costões rochosos em Santa Catarina e Praia da Sepultura.

A costa catarinense localiza-se em uma área de transição entre os climas temperado e tropical, sendo também o limite Sul de costões rochosos para o litoral brasileiro. A temperatura das águas do mar variam entre 14°C e 28°C, sendo as máximas temperaturas encontradas no verão, e as mínimas no inverno (MMA/IBAMA, 2004). Um estudo realizado em 2012 em conjunto pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e diversas instituições de ensino produziu um diagnóstico sobre o estado de conservação dos ecossistemas brasileiros. Devido a transição de ecótonos encontrada em costões rochosos, o que permite a formação de uma área de alta concentração de nutrientes e fatores abióticos que permitem condições bastante favoráveis de desenvolvimento nestes ambientes, configurando estes locais como um dos principais focos de atenção em conservação ambiental (MMA, 2012). Dentre os costões rochosos analisados ao longo de toda a costa brasileira 37 foram classificados como possuindo relevante importância biológica, incluindo os costões rochosos da região de Bombinhas/SC classificados como detentores de importância biológica muito alta (MMA, 2012). Este estudo foi realizado em costões rochosos adjacentes à praia da Sepultura, em Bombinhas/SC.

A praia da Sepultura possui aproximadamente 95 metros de extensão (Figura 3), sendo um dos principais pontos turísticos do município de Bombinhas. Seus costões rochosos são de águas calmas e abrigadas da influência de mar aberto e correntes. A água possui bastante sedimento em suspensão devido à proximidade com a mata fechada adjacente aos costões. Existem dois costões ao longo da praia, um localizado no canto esquerdo da praia, que se prolonga até a praia do Embrulho. Este aparentemente possui menor diversidade biológica, sendo que indivíduos de *Palythoa caribaeorum* não foram encontrados neste espaço. Já o costão localizado a direita da praia, se prolonga por aproximadamente 130m e é caracterizado pela alta concentração de *Palythoa caribaeorum* e também de interações entre este zoanfídeo e *Bunodosoma caissarum*.

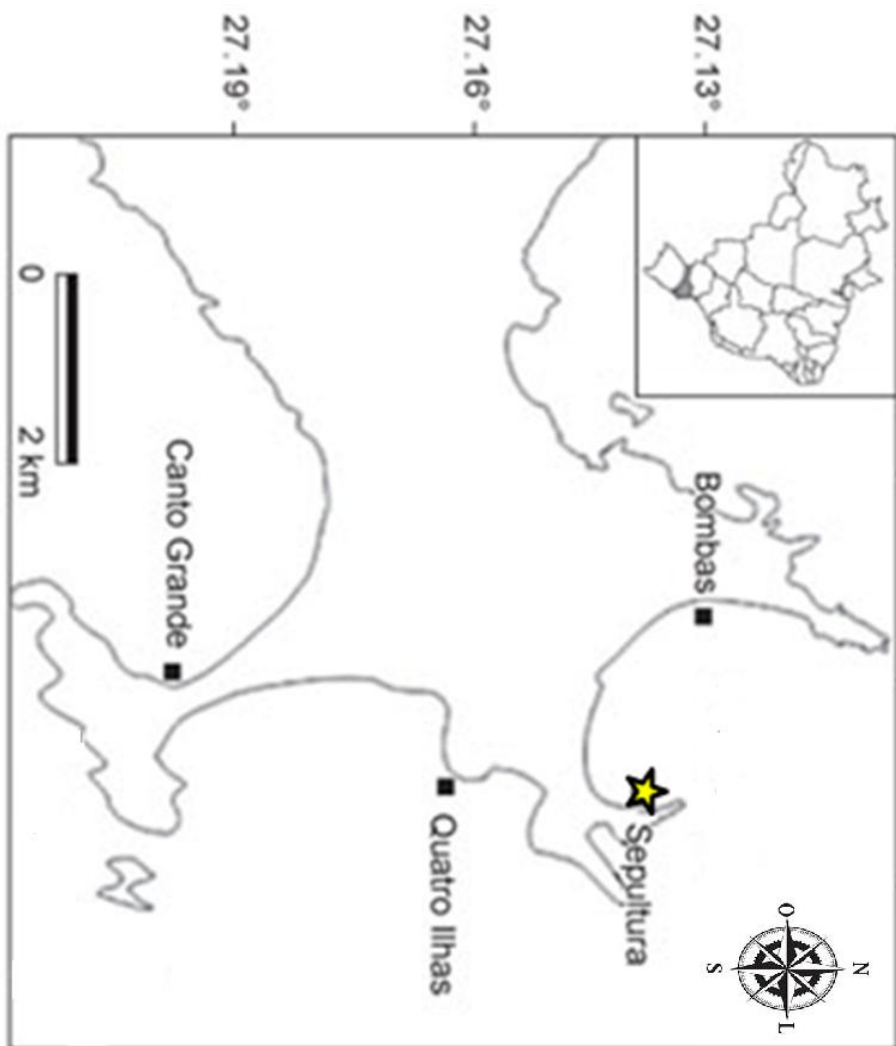


Figura 3 - Mapa da localização da Praia da Sepultura no município de Bombinhas – SC, local onde foram feitas as amostragens (Adaptado de Miranda *et. al.* 2011).

2.2 Observações em campo

Evidências de necrose em *Palythoa caribaeorum* em áreas de contato com a anêmona *Bunodosoma caissarum* foram registradas pela primeira vez na praia da Sepultura entre janeiro e julho de 2011 (FARIA-JUNIOR, comunicação pessoal). Vários casos de contato entre *Palythoa caribaeorum* e *Bunodosoma caissarum* foram encontrados em Santa Catarina, como parte de mergulhos exploratórios do projeto Biodiversidade Marinha de SC (FAPESC 4302/2010-8) com profundidades variando entre 1 e 5 metros.

Foram selecionados em um primeiro momento, durante o ano de 2011, oito pontos para serem monitorados, onde ocorre a interação, na praia da Sepultura (27° 13' 29,14" S e 48° 48' 41,39" O) em Bombinhas - SC (Figura 4) para observar o crescimento destas colônias e o comportamento da interação entre os indivíduos no longo prazo. Seis novas colônias foram incluídas em dezembro de 2012 nas amostragens, visando aumentar o número de colônias observadas.

As colônias amostradas estão em profundidade máxima de 5 metros na maré baixa. A observação foi feita de dois em dois meses ao longo dos meses de dezembro de 2012 e outubro de 2013 (sendo que o monitoramento do mês de agosto de 2013 não pode ser realizado devido ao período de pesca da tainha e a presença de redes de pesca na área). O acompanhamento foi realizado através de fotos destes 14 pontos, para observar as alterações que podem ocorrer *in situ* na interação entre os organismos ao longo deste período.



Figura 4 – Praia da Sepultura - Bombinhas /SC. A área de estudo indica a região de ocorrência da interação e os locais onde foram alocados os transectos (Para dados de latitude e longitude ver Figura 3).

2.3 Quantificação da cobertura do substrato por *Palythoa caribaeorum* e *Bunodosoma caissarum*.

Foram alocadas paralelamente ao costão rochoso da praia da Sepultura transectos lineares de 20 metros de comprimento ao longo da área demarcada na figura 4. Nestes transectos foram dispostos quadrados de 30cm (totalizando área de 900cm²) distanciados em 2 metros entre si e alocados intercalados à esquerda e à direita do transecto. Foi fotografada a área delimitada por estes quadrados iniciando a partir do segundo metro do transecto e finalizando no vigésimo metro, totalizando dez imagens por transecto. A amostragem de indivíduos de *Bunodosoma caissarum* foi quantitativa, sendo feita ao longo do mesmo transecto, abrangendo uma área total de 40m², um metro para cada lado em relação ao transecto. Dois mergulhadores fizeram o trajeto e cada indivíduo localizado ao longo desta área era contado, sendo ainda classificado estando em interação com necrose, interação sem necrose, e livre.

Posteriormente foi analisada a área de cobertura de *Palythoa caribaeorum* dentro dos fotoquadrados através do programa photoQuad®. Através do programa a área compreendida pelo quadrado foi delimitada, totalizando 900cm², e dentro desta área foi medida a cobertura de *P. caribaeorum* e quantificado sua porcentagem dentro do quadrado. Buscando relação entre a porcentagem de cobertura de *P. caribaeorum* e *B. caissarum* com a abundância de interações entre as espécies,

2.4 Análises estatísticas dos dados de cobertura do substrato.

Para a análise estatística dos dados obtidos através da quantificação da porcentagem de substrato coberta por *Palythoa caribaeorum* foi feita uma correlação de Spearman (GOTELLI & ELLISON, 2011). A hipótese causa *versus* efeito a ser analisada será 1) a porcentagem de cobertura de *P. caribaeorum* leva a maior número de interações entre *P. caribaeorum* e *B. caissarum* na área, 2) a maior quantidade de indivíduos de *B. caissarum* leva a maior quantidade de interações entre os organismos e 3) há relação entre a porcentagem de

cobertura de *Palythoa caribaeorum* e o número de indivíduos de *Bunodosoma caissarum*. As análises regressivas foram feitas através do índice não paramétrico do coeficiente de correlação de postos de Spearman, que sugere que a relação entre as duas variáveis não seja linear. As análises foram feitas através do programa estatístico STATISTICA®.

2.5 Experimento de contato entre organismos em laboratório.

Fragmentos de *Palythoa caribaeorum* foram coletados na praia da Sepultura no mês de dezembro de 2012, retirados de colônias fixadas na área de estudo e apresentavam interação com *Bunodosoma caissarum*. Estes fragmentos foram mantidos experimentalmente em laboratório para observação do tempo de vida em aquário, para investigação *ex situ* da interação entre o zoantídeo e a anêmona. Os aquários foram mantidos com circulação contínua de ar e água marinha e os indivíduos foram alimentados semanalmente com artêmias. Os dois fragmentos de colônias de *P. caribaeorum* viveram por aproximadamente 14 dias, sendo que após este período não apresentavam mais indícios de vida, impossibilitando a realização do experimento.

2.6 Taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum*.

Para medir a taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum in situ* foi utilizada uma das colônias monitoradas no estudo, entre 2011 e 2013. A área de cobertura do zoantídeo ao longo do substrato foi medida através do programa photoQuad®, sendo delimitada a área espacial que a colônia apresentava. Os dados foram quantificados em centímetros quadrados de crescimento por dia, dividindo o crescimento apresentado pela colônia pelo número de dias que transcorreu desde a última medição. Vale ressaltar que estes dados foram tomados para o crescimento de uma colônia que estava em contato com um indivíduo de *Bunodosoma caissarum* e apresentava necrose nas regiões de contato.

RESULTADOS

Ao longo dos meses, entre 2011 e 2013, poucas modificações foram observadas entre as colônias de *Palythoa caribaeorum* que estavam em contato com indivíduos de *Bunodosoma caissarum*. Algumas mudanças sutis ocorreram no zoantídeo em diferentes estações, como a retração das bordas da colônia e o aspecto de descoloração nos pólipos fechados durante o inverno, dando feições de branqueamento à colônia.

A taxa de necrose registrada para *Palythoa caribaeorum* quando em contato com *Bunodosoma caissarum* foi de 100%, não havendo nenhum caso observado onde havia o contato entre ambas as espécies e sem haver evidências de necrose no zoantídeo.

No início deste estudo, uma colônia jovem de *Palythoa* foi fotografada estando em interação com *Bunodosoma caissarum* (colônia 2). Esta colônia serviu de modelo para o estudo da taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum*, pois apresentou grandes diferenças entre seu primeiro e último registros (Figura 5), sendo visível o crescimento do zoantídeo principalmente durante o verão. Durante o período de 30 meses de observação a anêmona permaneceu no mesmo local, não tendo sido excluída competitivamente, enquanto a colônia do zoantídeo cresceu em sua volta, inclusive havendo o crescimento de novas colônias, que acabaram por envolver completamente a anêmona.

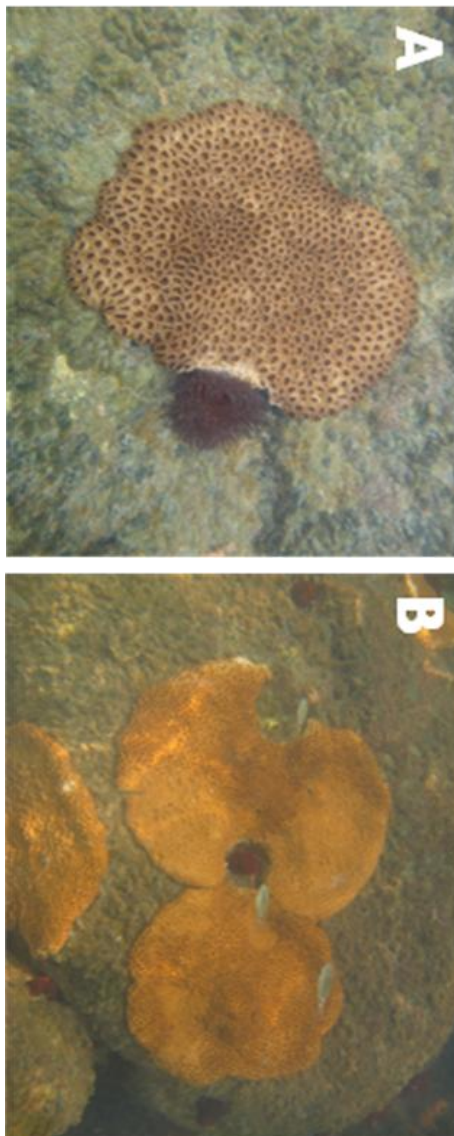


Figura 5 - Variação da colônia 2 durante o primeiro registro em 02/abril/2011 (A) e o último em 12/outubro/2013 (B).



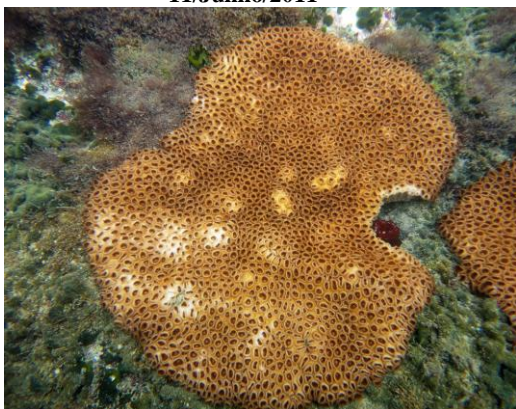
02/abril/2011



11/Junho/2011



03/setembro/2011



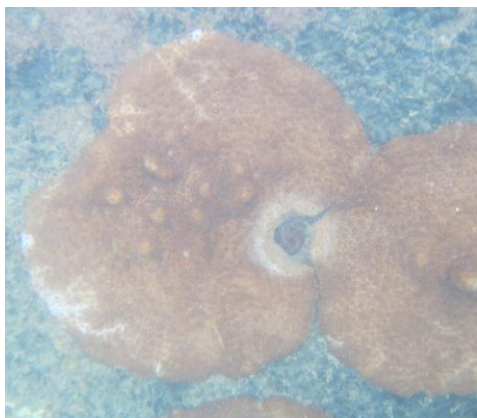
02/dezembro/2012



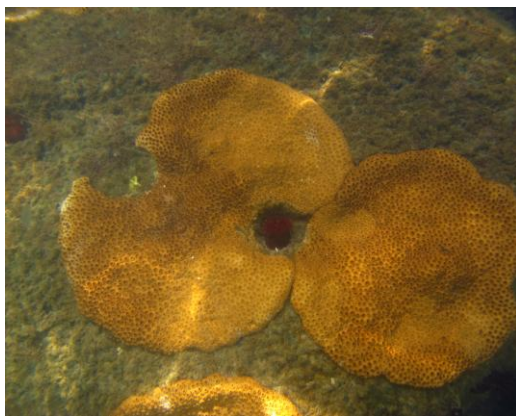
11/fevereiro/2013



15/abril/2013



15/junho/2013



12/outubro/2013

Figura 6 – Colônia 2 ao longo do período de Abril 2011 – Outubro 2013 na praia da Sepultura, Bombinhas/SC.

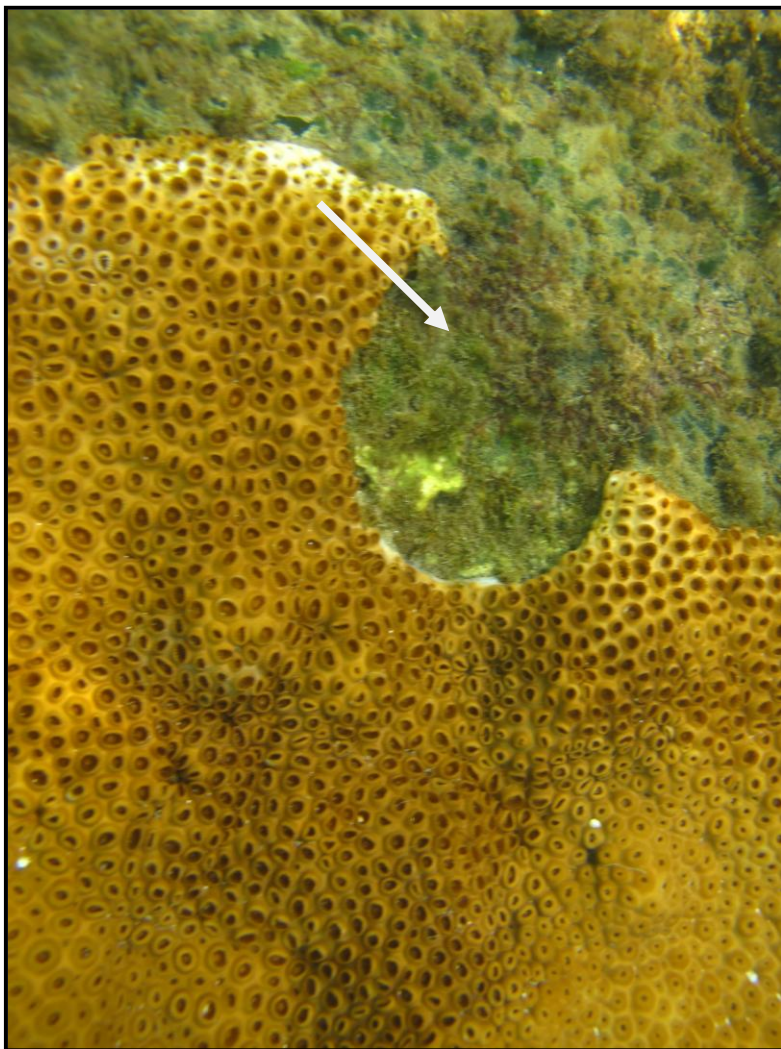


Figura 7 - Área onde a colônia 2 provavelmente foi predada. Foto do dia 12/outubro/2013.



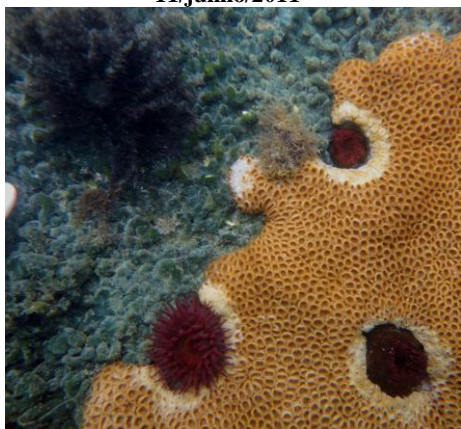
02/abril/2011



11/junho/2011



03/setembro/2011



02/dezembro/2012



11/fevereiro/2013



15/abril/2013



15/junho/2013



12/outubro/2013

Figura 8 –Colônia 3 ao longo do período de Abril 2011 – Outubro 2013 na praia da Sepultura, Bombinhas/S

Para a colônia 3, sua variação ao longo dos 30 meses é apresentada na Figura 8. A colônia apresentou poucas variações ao longo deste período, sendo que possivelmente durante toda a amostragem a colônia de *Palythoa* pouco cresceu. Durante os meses de temperaturas de água fria a colônia se apresentava retraída, (demonstrando os efeitos adversos que temperaturas frias e baixa incidência de radiação solar podem causar ao zoantídeo) e os efeitos da presença de *Bunodosoma caissarum* se tornaram mais evidentes, pois toda a área em torno da anêmona ficou aberta devido à morte/retração de alguns pólipos.

Outro fator que pode ter contribuído para o pouco crescimento de *Palythoa caribaeorum* é a localização desta colônia que estava muito próxima à superfície, podendo, durante a maré baixa, ficar com seus pólipos fora da água.

Toda a área adjacente à colônia foi dominada por *turfs* de algas ao longo do período de estudo. As áreas de contato do zoantídeo com a anêmona também apresentaram evidencia de necrose no zoantídeo durante todo o período.

A colônia 4 (Figura 9) possui 4 anêmonas inseridas dentro de uma colônia de *Palythoa caribaeorum*, sendo que todas permaneceram no mesmo local até o fim do monitoramento. Na fotografia do dia 02/dezembro/2013 há a impressão de que uma anêmona foi removida,



02/abril/2011



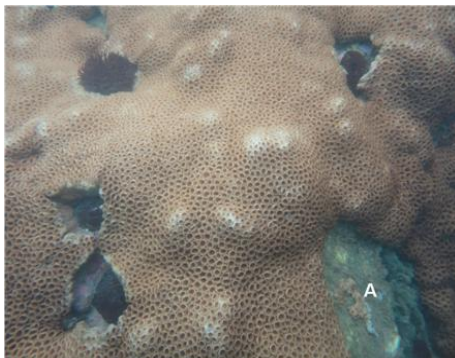
11/junho/2011



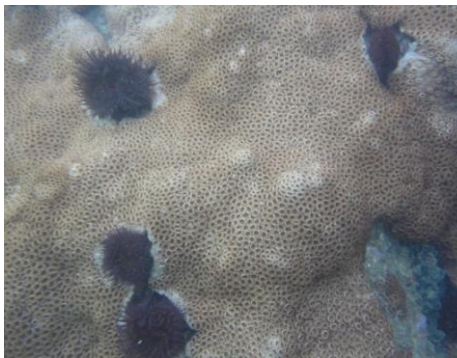
03/setembro/2011



02/dezembro/2012



11/fevereiro/2013



15/abril/2013



15/junho/2013

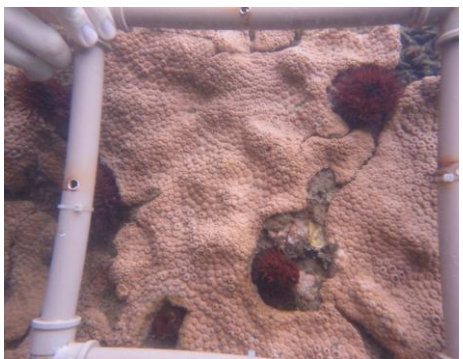


12/outubro/2013

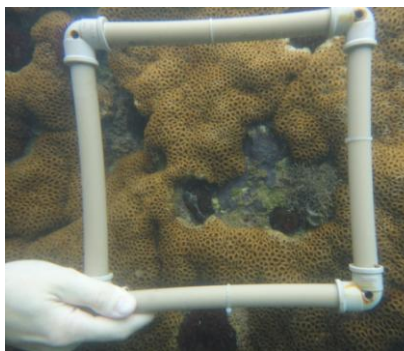
Dentre as 14 colônias observadas durante estes 30 meses a colônia 6 (Figura 10) foi a que mais apresentou modificações. Durante este período uma anêmona se deslocou dentro de um novo espaço que foi aberto devido à perda de uma parte da colônia de *Palythoa caribaeorum*. Neste espaço livre um indivíduo de *Bunodosoma caissarum* se deslocou. Esta anêmona estava mais para cima, e quando houve uma brecha de espaço se deslocou para baixo, buscando possivelmente evitar o contato com *Palythoa*. Esta mudança ocorreu após um período sem monitoramento, portanto os agentes que modificaram este local não podem ser confirmados. A partir do dia 02/dezembro/2012 quando foi detectada esta modificação, a “clareira” passou a receber atenção especial, pois demonstraria como as duas

espécies se comportam em ambientes que ainda não foram colonizados e toda a dinâmica de invasão desta nova área.

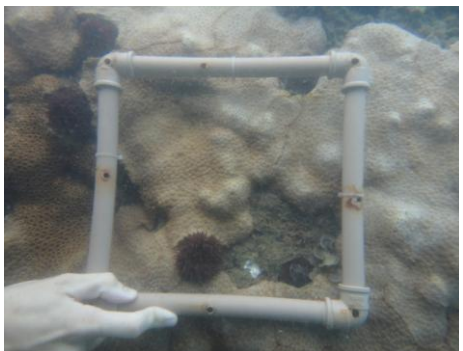
A clareira aberta na colônia 6 está representada na Figura 11, e foi denominada como colônia 9.



03/setembro/2011



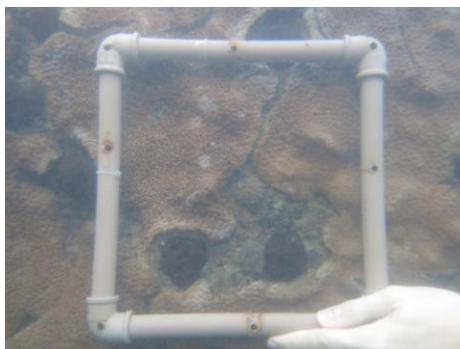
02/dezembro/2012



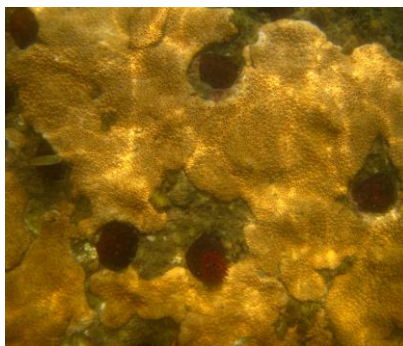
11/fevereiro/2013



15/abril/2013

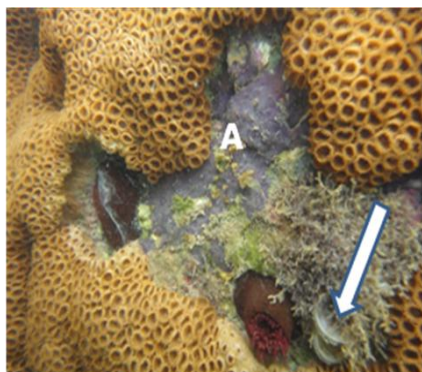


15/junho/2013

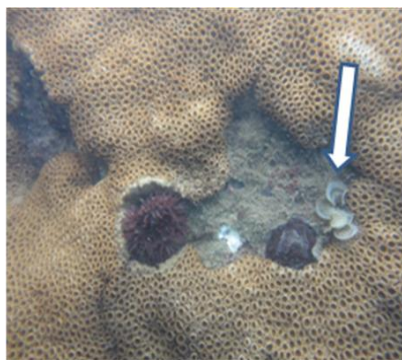


12/outubro/2013

Figura 10 - Colônia 6 ao longo do período de Dezembro 2012 – Outubro 2013 na praia da Sepultura, Bombinhas/SC. O quadrado possui lado de 25 centímetros.



02/dezembro/2012



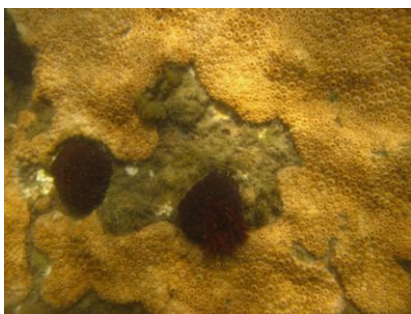
11/fevereiro/2013



15/abril/2013



15/junho/2013



12/outubro/2013

Figura 11 - Colônia 9 ao longo do período de Dezembro 2012 – Outubro 2013 na praia da Sepultura, Bombinhas/SC. Esta colônia representa uma “clareira” que foi aberta na colônia 6 durante os monitoramento. A letra “A” indica a esponja *Mycale magnirhaphidifera*. A seta aponta para uma alga do gênero *Padina*.

A primeira espécie observada a habitar a nova “clareira” aberta foi a esponja *Mycale magnirhaphidifera*, que na amostragem dois meses depois não estava mais presente. Vários estudos já apontaram a espécie *Palythoa caribaeorum* (BASTIDAS & BONE, 1996; RABELO, 2007; SUCHANEK & GREEN, 1981) e também o

O gênero *Palythoa* (KARLSON, 1980; KARLSON, 1988) como sendo fortes competidores, geralmente crescendo sobre outros organismos ou eliminando estes durante seu crescimento.

Algas do gênero *Padina* também ocuparam o espaço, conseguindo se manter por um breve período de tempo (entre Dezembro de 2012 e Fevereiro de 2013), mas também não foram capazes de suportar o crescimento de *Palythoa* em suas bordas e foram eliminadas do espaço.

Após a eliminação destes competidores a área aberta foi invadida por *Palythoa caribaeorum*, e após quatro meses esta espécie já havia recoberto boa parte da área. Entretanto com a chegada do inverno, seu crescimento cessou, não tendo recoberto novamente o espaço.



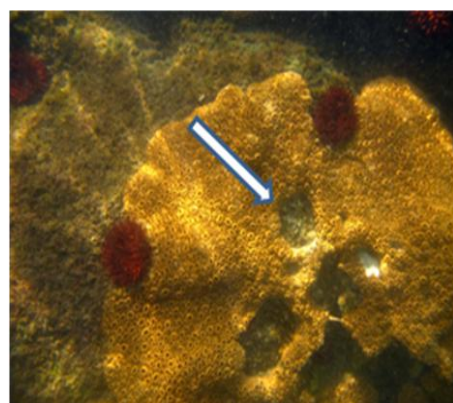
02/dezembro/2012



15/abril/2013



15/junho/2013



12/outubro/2013

Figura 12 - Colônia 13 ao longo do período de Dezembro 2012 – Outubro 2013 na praia da Sepultura, Bombinhas/SC. A seta indica o local onde possivelmente tenha ocorrido a predação do zoantídeo.

A colônia 13 (Figura 12) também apresentou pouca variação durante o período de observação (10 meses). A área do zoantídeo que esteve em contato com a anêmona apresentou necrose durante todo o período, e o zoantídeo não foi capaz de excluir a anêmona. No último monitoramento, assim como na colônia 2 (Figuras 6 e 7), foram

perceptíveis sinais de predação em *Palythoa*, como o padrão de remoção é o mesmo em ambos os casos é possível que o organismo que predou ambas as colônias seja o mesmo, inclusive dada a proximidade entre elas, pois as duas estavam, a apenas três metros de distancia uma da outra.

Outra peculiaridade percebida durante o estudo foi um padrão de aparente evitamento dos genetas durante os períodos de águas mais quentes e condições mais amenas para as colônias, entre os meses de Dezembro e Fevereiro (Figura 13A). Esta distância que os genetas abrem entre si permite-nos ter ciência da altura de cada pólipó, que pode variar entre dois e cinco centímetros. Tal padrão ainda não foi reportado e o motivo pelo qual ocorre este evitamento não pode ser confirmado, porém acreditamos que as altas taxas de crescimento que este organismo apresenta em boas condições climáticas tenha influência nesta ocorrência.

Em alguns mergulhos também foi possível observar a possível remoção de anêmonas (Figura 13B). A “clareira” da Figura 13B possivelmente era habitada por um indivíduo de *Bunodosoma caissarum*, devido à necrose existente em *Palythoa caribaeorum* nas regiões adjacentes a anêmona ser semelhante à observada nas interações analisadas. Nenhuma destas evidências de interações que não apresentavam a anêmona pertenciam ao grupo das catorze colônias amostradas, portanto não é possível confirmar se *Palythoa caribaeorum* pode excluir competitivamente *Bunodosoma caissarum* em alguns casos.

No cultivo experimental de *Palythoa caribaeorum* em aquário (Figura 14), o tempo de vida de cada fragmento foi bastante reduzido. Os fragmentos foram mantidos em aquário por 12 dias e em nenhum momento os pólipos expuseram seus tentáculos. Ao longo dos dias os indivíduos perderam sua coloração amarela característica, o que possivelmente pode ter acontecido devido à perda de suas zooxantelas simbiotes, dificultando assim sua sobrevivência. Este experimento piloto demonstrou a dificuldade em realizar estudos *ex situ* com *Palythoa caribaeorum*, o que dificulta estudos complementares sobre a natureza da interação entre o zoantídeo e a anêmona *Bunodosoma caissarum* e características fisiológicas da competição e possível alelopatia.



Figura 13A - Padrão de evitamento encontrado entre diferentes genetas no período de Dezembro de 2012.

Figura 13B - Local onde provavelmente uma anêmona foi removida da interação.

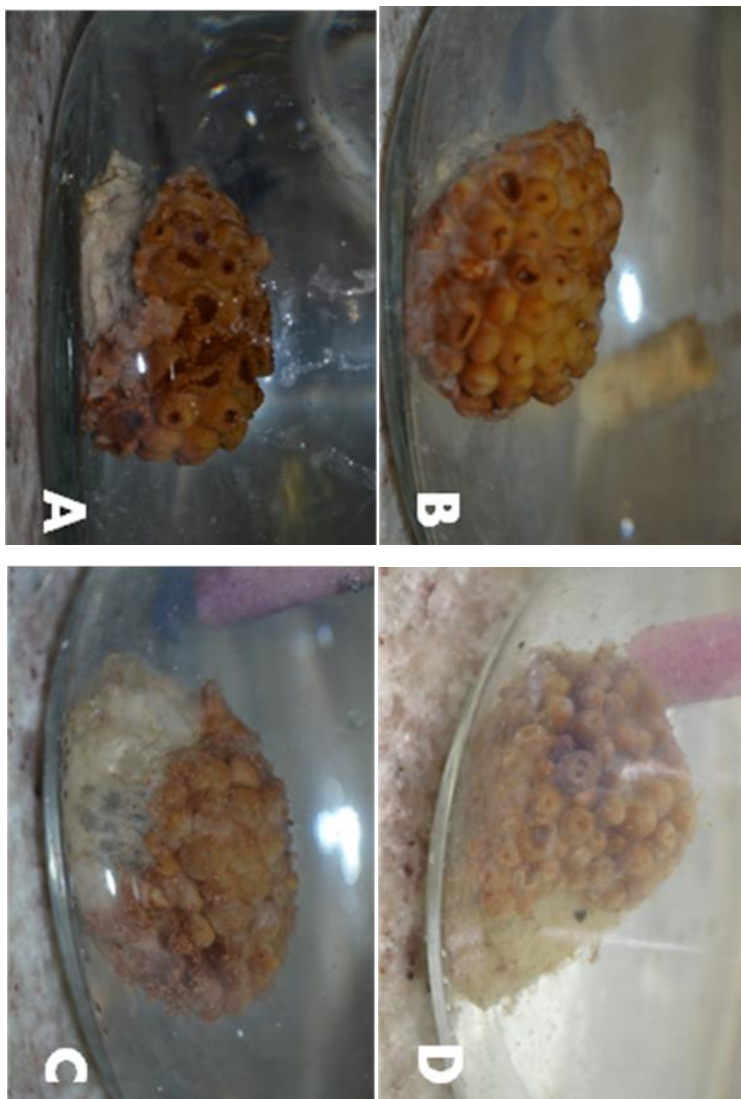


Figura 14 – Variação do fragmento de *Palythoa caribaeorum* cultivado em laboratório para os dias A - 02/dezembro/2012; B – 06/dezembro/2012; C – 10/dezembro/2012; D – 14/dezembro/2012.

Além da competição tema do estudo, entre *Bunodosoma caissarum* e *Palythoa caribaeorum*, outras interações foram observadas para estes organismos (Figura 15). Todas estas interações foram registradas entre o período de dezembro de 2012 e abril de 2013. Durante o monitoramento de dezembro de 2012 houve aparecimento de indivíduos da esponja *Mycale magnirhaphidifera*, da classe Demospongiae (Figura 15 – A) ao longo de várias clareiras abertas em substrato consolidado. Entretanto no mergulho subsequente, no mês de fevereiro do ano seguinte, esta espécie não foi mais observada no ambiente. Foram também observadas espécies de algas em contato com o zoantídeo (Figura 15 – B), e na região de contato entre os dois organismos *Palythoa* mantém seus pólipos retraídos, diferentemente do que acontece quando em contato com *Bunodosoma caissarum*, onde seus pólipos são necrosados. Há também a competição por substrato consolidado entre a Demospongiae *Mycale microsigmatosa* e o zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Figura 15 – C). Nesta imagem também é possível observar turfs de algas compondo a competição. Observamos também que o ouriço-do-mar, *Arbacia lixula* é outro organismo presente nos costões rochosos da praia da Sepultura em contato com *Palythoa caribaeorum* (Figura 15 – D). Por ser um organismo relativamente móvel, este provavelmente se retira do local buscando outras áreas onde a competição seja menor e o substrato mais abundante. Na Figura 15 – E, novamente aparece a esponja *Mycale magnirhaphidifera*, amostrada também em dezembro de 2012, mas desta vez em contato com a anêmona *Bunodosoma caissarum*. Também foi fotografada a predação de uma medusa da Classe Hydrozoa por um indivíduo de *Bunodosoma caissarum* (Figura 15 – F).

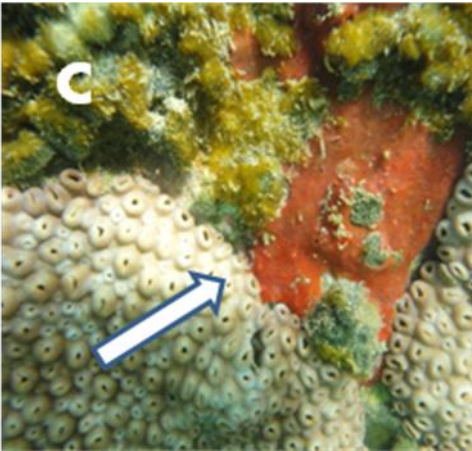
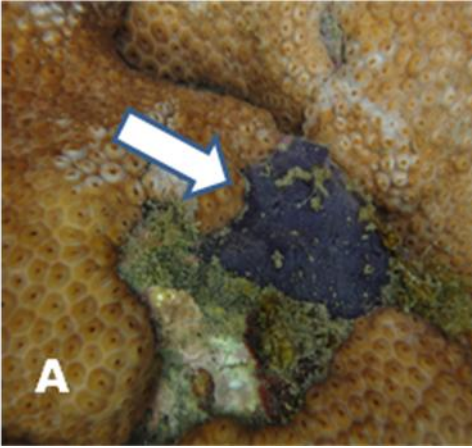




Figura 15 – A - *Mycale magnirhaphidifera* (indicada pela seta) em competição por substrato com *Palythoa caribaeorum*. B – Alga circundada por colônia de *Palythoa caribaeorum*. C – *Mycale microsigmatosa* (Indicada pela seta) competindo por substrato com *Palythoa*. D - Ouriço-do-mar *Arbacia lixula* (Indicado pela seta). E – *Bunodosoma caissarum* em contato com *Mycale magnirhaphidifera*. F – Medusa da classe Hydrozoa predada por *Bunodosoma caissarum*.

Tabela 1 – Taxa de crescimento para a colônia 2 observada durante 30 meses.

Data da imagem	Tamanho da colônia	Número de dias	Taxa de crescimento
02/abril/2011	239,2413cm ²	0	0
11/junho/2011	278,5646cm ²	70	0,5618cm ² /dia
03/setembro/2011	278,6694 cm ²	84	0,0012cm ² /dia
02/dezembro/2012	452,6099cm ²	484	0,3594cm ² /dia
11/fevereiro/2013	678,4366cm ²	71	3,1806cm ² /dia
15/junho/2013	748,9335 cm ²	124	0,5685cm ² /dia
12/outubro/2013	983,0284cm ²	119	1,9671cm ² /dia

Tabela 2 - Área de cobertura de *Palythoa caribaeorum* para os dez transectos alocados na área de estudo e relativa porcentagem total de cobertura desta espécie para a área total.

	Transec ção 1	Transecçã o 2	Transec ção 3	Transec ção 4	Transecçã o 5	Transec ção 6	Transec ção 7	Transecçã o 8	Transec ção 9	Transec ção 10
1	0	0	416,97	0	0	0	793,37	855,88	830	409,58
2	0	0	11,12	0	0	0	34,4	0	747,91	273,80
3	0	253,05	0	0	0	0	191,68	880,82	900	750,17
4	61,48	0	0	0	0	0	0	845,59	809,19	502,53
5	0	39,68	0	0	216,22	466,67	12,41	431,75	878	493,95
6	434,64	0	0	0	245,61	0	0	716,13	72,34	780,73
7	248,38	843,52	0	558,87	365,50	0	0	704,88	0	888,71
8	0	309,57	0	725,92	0	0	0	630,81	106,8	516,03
9	0	0	0	0	0	0	815,62	0	600	14,74

10	0	243,84	0	0	0	0	0	0	300	684,75
Área total em cm ³	744,50	1689,6	428,09	1284,8	827,33	466,67	1847,4	5065,86	5244,2	5315,00
% da área coberta por <i>P. caribaeorum</i> . da área total	8,27%	18,77%	4,76%	14,28%	9,19%	5,19%	20,53%	56,29%	58,27%	59,06%
Número de quadrados na areia	5	0	3	4	0	0	0	0	0	0
% de cobertura apenas em substrato consolidado	16,54%	18,77%	6,80%	23,79%	9,19%	5,19%	20,53%	56,29%	58,27%	59,06%
<i>Bunodosoma Caissarum</i>	13	98	20	7	62	38	2	22	28	22
<i>Bunodosoma</i> por m ²	0,325	2,45	0,5	0,175	1,55	0,95	0,05	0,55	0,7	0,55
Interação <i>Palythoa</i> x <i>Bunodosoma</i>	8	10	4	1	2	0	0	28	21	30
Interação por m ²	0,2	0,25	0,1	0,025	0,05	0	0	0,7	0,525	0,75

Porcentagem de Cobertura por *Palythoa caribaeorum*

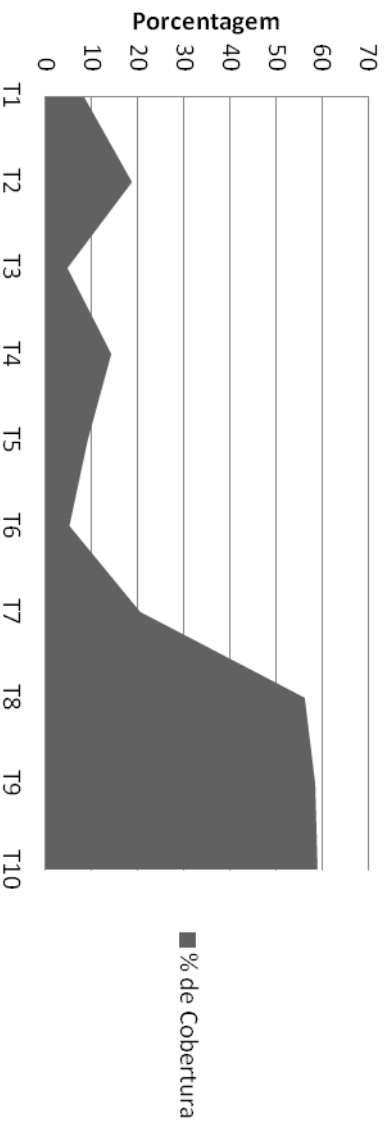


Figura 16 – Variação da Porcentagem de cobertura do zoantídeo ao longo do costão rochoso da Praia da Sepultura.

Uma região distinta é encontrada nos primeiros 140 metros do costão a direita da praia da Sepultura, onde a abundância de *Palythoa caribaeorum* é baixa, variando entre 6,8%-23,79%, sendo este organismo raro ou ocasional. Já uma segunda região é identificada nos 60 metros finais do costão nos transectos 8, 9 e 10 (Figura 16). Nesta área a porcentagem de cobertura de *Palythoa caribaeorum* no substrato rochoso é muito maior, variando entre 56,29%-59,06%, sendo este organismo dominante na área. A dominância de *Palythoa caribaeorum* para este local também torna as chances de contato com outros organismos maiores, e é exatamente nesta área é que foram amostradas mais interações entre o zoantídeo e a anêmona, assim como as maiores proporções de interação por metro-quadrado.

DISCUSSÃO

As mudanças que foram observadas em colônias de *Palythoa caribaeorum* ao longo dos meses de inverno foram provavelmente provocadas devido à variação de temperaturas da água, que apresenta extensa variação ao longo do ano, com máximas de 28°C no verão e mínimas de 14°C no inverno (CAPEL, 2012), assim como a menor incidência de radiação solar no local durante os meses de inverno. A variação de temperatura pode ter ainda outros efeitos, por exemplo levando colônias de *Palythoa caribaeorum* a perderem suas zooxantelas e apresentarem branqueamento em ambientes controlados, sendo que indivíduos de *Palythoa* de regiões de clima mais ameno sofrem menos estes efeitos adversos em relação aos que se encontram em ambientes mais adversos (KEMP *et. al.*, 2006).

Por estar em seu limite sul de distribuição geográfica, *Palythoa caribaeorum* pode não se apresentar em suas condições fisiológicas ótimas, não estando totalmente adaptado às condições mais rigorosas de ambientes subtropicais, respondendo assim negativamente a vários condicionantes como temperatura e radiação solar (REIMER *et. al.*, 2006). Apesar de esta ser comum em ambientes tropicais, *Palythoa caribaeorum* é amplamente distribuída no estado de Santa Catarina, tendo sido registrado em ilhas continentais (BOUZON *et. al.*, 2012) e também observado em diversos costões rochosos ao longo do estado.

A região do zoantídeo que esteve em contato com a anêmona apresentou evidências de necrose durante todo o período. É presumível que a necrose tenha sido causada pelo contato direto com a anêmona, porém não há resultados conclusivos sobre a forma como se dá esta agressão.

A necrose presente em *Palythoa caribaeorum* quando em contato com *Bunodosoma caissarum* é semelhante ao retratado por Paranhos (2011), que mostrou evidências de necrose causada pela mesma espécie de anêmona no zoantídeo *Zoanthus sociatus* no Rio de Janeiro. Entretanto este resultado é diferente dos padrões agressivos registrados para *Palythoa caribaeorum* quando em competição por substrato (BASTIDAS & BONE, 1996; RABELO, 2007; SUCHANEK & GREEN, 1981).

Na colônia 2 (Figuras 5 e 6) também é perceptível uma região onde a colônia perdeu parte de seus pólipos, devendo esta lesão ter sido provocada por predação (Figura 7). Esta área predada irá influenciar nos dados de crescimento de *Palythoa*, uma vez que parte da área da colônia foi removida, influenciando nos resultados que avaliam o crescimento radial da colônia. Alguns animais que ocorrem na região de Bombinhas já foram reportados como possíveis predadores de *Palythoa caribaeorum*, como os peixes recifais peixe-borboleta (*Chaetodon striatus*) (BONALDO *et. al.*, 2005), sargentinho (*Abudefduf saxatilis*), baiacú (*Spherooides* sp.), e a donzelinha (*Stegastes* sp.) (FRANCINI-FILHO & MOURA, 2010), além da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) (REISSER *et. al.*, 2005) ou ainda a tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*) (STAMPAR *et. al.*, 2007), sendo possivelmente algum destes organismos o responsável pela predação do zoantídeo.

Agrupamentos de *Palythoa* podem possuir mais de um geneta, organismos com crescimento modular, onde apenas um organismo com o mesmo genótipo é capaz de formar várias estruturas semelhantes que dão impressão de serem mais de um indivíduo. Esta forma de crescimento é bastante comum em zoantídeos, corais e ascídias (BEGON, 2007). Estes genetias vão crescendo continuamente até seus limites encontrarem com outro indivíduo, o que cessa seu crescimento, e dá o aspecto de ser apenas um organismo. Em dias de baixa temperatura da água, quando os pólipos do zoantídeo se encontram retraídos é possível identificar os diferentes genetias do grupamento. Para a colônia 4, na fotografia do dia 11/fevereiro/2013 é perceptível o desagrupamento de um geneta da colônia, sendo que a nova área disponível não foi colonizada por nenhum outro organismo, o que permitiu o crescimento dos pólipos de *Palythoa* circundantes sobre a “clareira”, que rapidamente diminuiu a área disponível.

Os dados obtidos para o crescimento de *Palythoa caribaeorum* estão apresentados na Tabela 1. Rabelo (2013) apresentou dados de 0,3967cm²/dia, para a taxa de crescimento de *P. caribaeorum* quando este recolonizava uma área removida do centro de sua colônia sendo esta taxa maior que todas as apresentadas neste estudo. Os estudos de Rabelo (2013) foram conduzidos em praias do Ceará, com temperaturas de água mais quentes e maior índice de radiação solar em comparação aos costões de Santa Catarina, que representam o limite Sul de distribuição deste organismo (BOUZON *et. al.*, 2012), o que aparenta mostrar que *Palythoa caribaeorum* não está totalmente adaptado às condições subtropicais. A forma com que Rabelo (2013) mediu o crescimento também foi diferente, na Praia da Sepultura a medição do

crescimento foi radial e se deu através das bordas de uma colônia crescendo sobre o substrado, o que também pode ser motivo para as taxas de crescimento serem distintas. Já Bastidas e Bone (1996) apresentaram para Isla Ratón, Venezuela, uma taxa de crescimento variando entre 0,06 – 0,2 cm de borda por mês, dados bastante similares ao crescimento de *Palythoa caribaeorum* apresentados neste estudo para períodos de inverno na praia da Sepultura.

Estes dados foram obtidos para a colônia 2, que apresentou parte de seus pólipos necrosados e esteve em competição com *Bunodosoma caissarum* durante todo o período.

A correlação de Spearman foi feita a partir dos dados expostos na Tabela 2 e demonstram que há relação entre a porcentagem de cobertura de *Palythoa caribaeorum* e o número de interações entre o zoantídeo e a anêmona presentes no local ($R=0.656538$), sendo a chance de esta relação ocorrer ao acaso de apenas 4% (**p-value** = 0.039204). Estes dados indicam que há uma concentração maior de interações competitivas onde *Palythoa caribaeorum* é mais abundante. Este resultado era esperado visto que a chance do zoantídeo entrar em contato com a anêmona se tornam maiores conforme sua abundância for maior. Entretanto, não houve correlação significativa para o número de *Bunodosoma caissarum* e o número de interações presentes na área ($R=0.464278$) e também para a porcentagem de cobertura de *Palythoa caribaeorum* e o número de anêmonas ($R= -0.188451$), sendo que este valor de correlação negativo demonstra que um aumento em cobertura de *Palythoa*, leva a menor cobertura de *Bunodosoma*, apesar de esta correlação ser bastante fraca, era esperado que houvesse uma correlação maior entre ambos, pois locais que possuem maior cobertura de *Palythoa* irão possuir menos substrato disponível para a alocação de *Bunodosoma*.

A população de *Palythoa caribaeorum* está distribuída de forma diferenciada ao longo de todo o costão, sendo mais abundante na região final do costão do lado direito da praia da Sepultura. Esta diferença fica visível no gráfico da Figura 16, onde é possível observar duas regiões distintas de *Palythoa*.

CONCLUSÕES

Evidências de necrose em *Palythoa caribaeorum* foram registradas na praia da Sepultura – SC. Em todos os pontos onde existe contato entre *Palythoa caribaeorum* e a anêmona *Bunodosoma caissarum* apresentavam necrose no zoantídeo, sendo, aparentemente, causada devido ao contato com indivíduos da anêmona *Bunodosoma caissarum*.

Durante os 30 meses de monitoramento das interações entre *Palythoa caribaeorum* e *Bunodosoma caissarum* nenhum indivíduo foi excluído competitivamente. Casos isolados onde a anêmona pode ter sido removida foram retratados, entretanto não se sabe se os motivos de sua possível exclusão foram devido à presença do zoantídeo.

Outras espécies (algas, esponjas e ouriço-do-mar) também se apresentaram para competir pelo substrato consolidado, demonstrando a pressão competitiva que existe em ambientes de costão rochoso devido à alta diversidade e pouco recurso para as espécies.

O cultivo de *Palythoa caribaeorum* em laboratório demonstrou ser difícil e o tempo de vida em laboratório dos fragmentos foi muito reduzido em relação ao tempo de vida do zoantídeo em seu habitat natural.

A taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum* em Santa Catarina foi menor em relação à encontrada na literatura. Possivelmente devido à baixa adaptação deste zoantídeo a ambientes subtropicais, que possuem condições mais adversas de temperatura da água e radiação solar em comparação com outras áreas onde o zoantídeo apresenta taxas de crescimento maiores. O crescimento do zoantídeo foi muito maior em períodos de verão.

As análises estatísticas mostraram que existe uma relação entre a porcentagem de cobertura de *Palythoa caribaeorum* e o número de interações entre a anêmona *Bunodosoma caissarum* e *Palythoa caribaeorum* presentes na área ($R=0.656538$, $p\text{-value} = 0.039204$).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, J. P.; FLEURY, B. G.; DA GAMA, B. A. P.; TEIXEIRA, V. L. & PEREIRA, R.C. 2007. Natural products as antifoulants in the Brazilian brown alga *Dictyota pfaffii* (Phaeophyta, Dictyotales). **Biochemical Systematics and Ecology**, 35: 549-553.

BARRETO, M. & MEYER, J. J. M. 2006. Isolation and antimicrobial activity of a lanosol derivative from *Osmundaria serrata* (Rhodophyta) and a visual exploration of its biofilm covering. **South African Journal of Botany**, 72: 521-528.

BASTIDAS, C. & BONE, D. 1996. Competitive strategies between *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus* (Cnidaria: Anthozoa) at a reef flat environment in Venezuela. **Biology Bulletin** 59:543-555.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. 2007. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. 4ª Edição. Artmed Editora. Porto Alegre, 740p.

BOLSER, R.C. & HAY, M. 1996. Are tropical plants better defended? Palatability and defenses of temperate versus tropical seaweeds. **Ecology** 77: 2269-2286

BONALDO, R. M.; KRAJEWSKI, J. P.; SAZIMA, I. 2005. Meals for two: foraging activity of the butterflyfish *Chaetodon striatus* (Perciformes) in southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 2, p. 211-215.

BOUZON, J.L.; BRANDINI, F. P.; ROCHA, R. M. 2012. Biodiversity of Sessile Fauna on Rocky Shores of Coastal Islands in Santa Catarina, Southern Brazil. **Marine Science**, v. 2, n. 5, p. 39-47.

BRUSCA, R.C. & BRUSCA G.J. 2007. **Invertebrados**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2ª ed. 968p.

CALLAHAN, J. T. 1984. Long-term ecological research. **BioScience** 34:363-367.

CAPEL, K. C. C. 2012. Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (SC), com ênfase na estrutura espaço-temporal da formação mais meridional de corais recifais no Oceano Atlântico. **Dissertação de Mestrado em Ecologia**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 111pág.

CONNELL, J. H. & KEOUGH, M. J. 1985. Disturbance and patch dynamics of subtidal marine animals on hard substrata. *In*: PICKETT & WHITE, P. S. **The ecology of natural disturbance and patch dynamics**. Academic, New York, USA.

COOL, J. C., BOWDEN, B. F., TAPIOLAS, D. M. e DUNLAP, D. C. 1982. *In situ* isolation of allelochemicals releases from soft corals (Coelenterata: Octocorallia): a totally submersible sampling apparatus. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 60: 293-299.

CORNELL, H. V. & KARLSON, R. H. 2000. Coral species richness: ecological versus biogeographical influences. **Coral Reefs**, v. 19, p. 37-49.

COUTINHO, R. 2002. Bentos de Costões Rochosos. *In*: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. Páginas 147-156.

CREED, J. C. 2006. Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. **Coral Reefs** 25: 350.

ELOY, C.C. 2005. Estudo da microbiota simbiote de *Palythoa caribaeorum* (Duchassang e Michelloti, 1860) (Cnidaria - Zoanthidea), da praia do Cabo Branco, Paraíba, Brasil, com ênfase nas zooxantelas. **Dissertação de Mestrado em Zoologia** - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

FRANCINI-FILHO, R. B. & DE MOURA, R. L. 2010. Predation on the toxic zoanthid *Palythoa caribaeorum* by reef fishes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. 1, p. 77-79.

GOTELLI, N. J. & ELLISON, A. M. 2011. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre: Artmed; 528 p.

HAY, M. 1996. Marine chemical ecology: What is known and what is next? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 200:103–34.

HAY, M. E. 2009 Marine chemical ecology: Chemical signals and cues structure marine populations, communities, and ecosystems. **Annual Review of Marine Sciences**. v. 1, p. 193

KARLSON, R. H. 1980. Alternative competitive strategies in a periodically disturbed habitat. **Bulletin of Marine Science**, n. 30, v. 4, p. 894-900.

KARLSON, R. H. 1988. Size-dependent growth in two zoanthid species: a contrast in clonal strategies. **Ecology**, v. 69, n. 4, p. 1219-1232.

KEMP, D. W.; COOK, C. B.; LAJEUNESSE, T. C. & BROOKS, W. R. 2006. A comparison of the thermal bleaching responses of the zoanthid *Palythoa caribaeorum* from three geographically different regions in south Florida. **Journal of experimental marine biology and ecology**, 335(2), 266-276.

KUBANEK, J., WHALEN, K. E., ENGEL, S., KELLY, S. R., HENKEL, T. P., FENICAL, W. e PAWLIK, J. R. 2002. Multiple defensive roles for triterpene glycosides from two Caribbean sponges. **Oecologia**, 131: 125-136.

LAGES, B. G. 2003. Avaliação do potencial invasor do coral alcionáceo *Stereonephthya* aff. *curvata* (Nephtheidae - Alcyonacea) na Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo (RJ). **Dissertação de Mestrado, Departamento de Biologia Marinha**. Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ. 61pp.

LAGES, B. G.; Fleury, B. G.; Ferreira, C. E. L.; Pereira, R. C. 2006. Chemical defense of an exotic coral as invasion strategy. **Journal of**

Experimental Marine Biology and Ecology 328: 127-135.

McCLINTOCK, J. B. & BAKER, B. J. 2001. **Marine Chemical Ecology**. CRC Press, Boca Raton, New York. 610p.

MILONE, G. 2009. **Estatística geral e aplicada**. Centage Learning. São Paulo, 498 pág.

MIRANDA, T. P.; HADDAD, M. A.; SHIMABUKURO, V.; DUBIASKI-SILVA, J. & MARQUES, A.C. 2011. Fauna de hidroides (Cnidaria, Hydrozoa) da região de Bombinhas, Santa Catarina, Brasil. **Biota Neotropical** n. 11 v. 3.

MMA/ IBAMA 2004. **Plano de Manejo, Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Encarte 3 - Análise da UC**. Brasília, 209pp.

MMA 2012. Biodiversidade Brasileira – **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da Biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília. 403 pág.

MOORE, R. E. & SCHEUER, P. J. 1971. Palytoxin: a new marine toxin from coelenterate. **Science** 172: 495–498.

NYBAKKEN, J.W. 1997. **Marine Biology: an ecological approach**. 4ª Edição, Califórnia: Addison Wesley, Longman, 481p.

PARANHOS, R. R. 2011. A capacidade da anêmona do mar *Bunodosoma caissarum* Correa, 1964 sobreviver ao zoantídeo *Zoanthus sociatus* Ellis, 1786: uma relação alelopática?. **Dissertação de Mestrado, Departamento de Biologia Marinha**. Universidade Federal Fluminense – RJ. 69pp.

PAWLIK, J. R., BURCH, M. T. e FENICAL, W. 1987. Patterns of chemical defense among Caribbean corals: a preliminary survey. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 108: 55-66.

PEREIRA, R. C. 2009. Ecologia Química Marinha. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. Páginas 473-504

RABELO, E. F. 2007. Distribuição espacial e interações competitivas em zoantídeos (Cnidaria: Zoanthidae) em um ambiente de recifes de arenito no Nordeste do Brasil. **Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências do Mar**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE. 112pp.

RABELO, E. F.; SOARES, M. de O.; MATTHEWS-CASCON, H. 2013. Competitive interactions among zoanthids (cnidaria: zoanthidae) in an intertidal zone of northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo , v. 61, n. 1.

REIMER, J. D.; ONO, S.; IWAMA, A.; TAKISHITA, K.; TSUKAHARA, J. & MARUYAMA, T. 2006. Morphological and molecular revision of *Zoanthus* (Anthozoa: Hexacorallia) from southwestern Japan, with descriptions of two new species. **Zoological science**, 23(3), 261-275.

REISSER, J. W.; PROIETTI, M. C. & KINAS, P. G. 2005. Tartarugas marinhas da Ilha do Arvoredo, Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, SC. **II Jornada de Conservação e Pesquisa de Tartarugas Marinhas no Atlântico Sul Ocidental** Pág.: 30-33.

SAMMARCO, P. W.; COLL, J. C.; LA BARRE, S. 1985. Competitive strategies of soft corals (Coelenterata: Octocorallia) Variable defensive response and susceptibility to scleractinian corals. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 91: 199-215

SCHILING, W. P.; SNYDER, D.; SINKINS W. G.; ESTACION, M. 2006. Palytoxin-induced cell death cascade in bovine aortic endothelial cells. **American Journal of Physiology - Cell Physiology**. Vol. 291 pág.657-667.

STAMPAR, S. N., da SILVA, P. F., LUIZ Jr., O. J. 2007. Predation on the zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Anthozoa, Cnidaria) by a Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) in Southeastern Brazil. **Marine Turtle Newsletter**, n. 117, p. 1.

SAWAYA, M. I. & FREITAS, J. C. 1990. Increase Of Mammalian Intestinal Motility By The Marine Natural Product, Caissarone. **Toxicon**, v. 28, pág.. 1029-1037.

SUCHANEK, T. H.; & GREEN, D. J. 1981. Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Croix reef, U.S. Virgin Islands. **4th International Coral Reef Symposium**, Manila 2:679–684

ŠUPUT, D. 2009. In vivo effects of cnidarian toxins and venoms. **Toxicon**, 54, pág. 1190-1200.

TURNER, M. G.; COLLINS, S. L.; LUGO, A. L.; MAGNUSON, J. J.; RUPP, T. S. SWANSON, F. J. 2003. Disturbance dynamics and ecological response: The contribution of long-term ecological research. **BioScience** 53:46–56.

UEMARA, D.; CHUNGUANG H.; NOVRIYANDI, H.; TOSHIYASU, I.; NORIHITI, M.; HIROKAZU, A. 2012. Recent insights into natural venoms.(Report)." Pure and Applied Chemistry. **HighBeam Research**.

WORM, B.; LOTZE, H. K.; HILLEBRAND, H. & SOMMER, U. 2002. Consumer versus resource control of species diversity and ecosystem functioning. **Nature** 417:848–851.